

Burdur İl'inde Toplanan Silajlarda Mikotoksin Varlığının ve Düzeylerinin Araştırılması

Fatma ŞAHİNDOKUYUCU¹ Firdevs MOR¹ M. Numan OĞUZ²
Fatma KARAKAŞ OĞUZ²

Geliş Tarihi: 24.06.2010

Kabul Tarihi: 20.07.2010

Özet: Bu çalışmada, Burdur İl'inde Aralık 2006-Mayıs 2007 tarihleri arasında toplanan 60 mısır silajı örneğinin total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin yönünden analizlerinin yapılması amaçlanmıştır. Silaj örnekleri, kış ve ilkbahar mevsimlerinde toplanmıştır. Örnekler, Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) yöntemi ile analiz edilmiştir. Silaj örneklerinin total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin ile kirlenme sıklığı sırasıyla, 18 (% 30), 8 (%13,3), 21 (% 35), 23 (% 38,3), 23 (% 38,3), 1 (% 1,7) olarak bulunmuştur. Total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin düzeyleri ise, sırasıyla 4.33-19.92 µg/kg, 1.76-3.26 µg/kg, 3.85-15.40 µg/kg, 24.20-100.30 µg/kg, 2.84-40.64 µg/kg, 2690 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Silaj örneklerinin en fazla deoksinivalenol ve zearalenon ile kirlendiği tespit edilmiştir. Silaj örneklerinde kış ve ilkbahar mevsimlerinde total aflatoksin, okratoksin A, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, T-2 toksin düzeyleri ilkbahar mevsiminde kışa göre önemli (p<0.05) düzeyde yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak, silaj örneklerinde tespit edilen mikotoksin düzeylerinin, hayvan sağlığı için tehlike oluşturacak düzeyde olmadığı kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır silajı, mikotoksin.

Investigation of Mycotoxins Occurrence and Levels in Silages Samples Collected in Burdur Province

Abstract: The aim of this research was to determine total aflatoxin, ochratoxin, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone and fumonisin levels of 60 corn silage samples collected in Burdur province between December 2006-May 2007. The silage samples were collected in winter and spring. The samples were analysed by Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay (ELISA) method. The incidence of total aflatoxin, ochratoxin A, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone and fumonisin in the silage samples were found as 18 (30 %), 8 (13,3 %), 21 (35 %), 23 (38,3 %), 23 (38,3 %) and 1 (1,7 %), respectively. The total aflatoxin, ochratoxin A, T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone and fumonisin levels were detected as 4.33-19.92 µg/kg, 1.76-3.26 µg/kg, 3.85-15.40 µg/kg, 24.20-100.30 µg/kg, 2.84-40.64 µg/kg, 2690 µg/kg, respectively. The highest level of mycotoxins detected in the silage samples were deoxynivalenol and zearalenone. Statistical evaluations showed that mean contamination levels of T-2 toxin in spring silage samples were significantly higher (p<0.05) than those of winter, while the results showed that there were no statistical differences between total aflatoxin, ochratoxin A, deoxynivalenol, zearalenone and fumonisin levels of spring and winter silage samples. It was concluded that the mycotoxin levels detected in the silage samples could not be considered as a risk for animal health.

Key Words: Corn silage, mycotoxin.

¹ Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Örtülü Yerleşkesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, 15100, Burdur. fsahindokuyucu@hotmail.com

² Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Örtülü Yerleşkesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Beslenme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 15100, Burdur.

Giriş

Silaj, su içeriği yüksek yeşil yemlerin anaerobik koşullarda laktik asit bakterileri tarafından fermentasyonu sonucu elde edilen bir kaba yemdir²⁶. Silajın birçok çeşidi yapılmakla birlikte, bütün dünyada en fazla kullanılan mısır silajıdır (yaklaşık % 58). Bunu sırasıyla çayır otu ve baklagil otu silajı (yaklaşık % 32) ile diğer tahıl hasılı silajları (yaklaşık % 2) izler⁵. Mısır silajı, dünyadaki birçok ülkede en önemli hayvan yemlerinden birisidir²⁸. Silaj kuru ota göre daha düşük besin maddesi kaybına sahiptir. En önemlisi de her işletmede daha ucuz maliyetle ve kolaylıkla yapılabilmesidir. Bu yüzden silaj yapımı ve kullanımına ilgi artmaktadır⁶.

Silajın düşük pH değeri, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Bacillus*, *Listeria* gibi bakterilerin, mayaların ve mantarların üremesini engeller^{6,27}. Fakat silajların uygun olmayan koşullarda muhafaza edilmesi sonucu (aşırı nem ya da kuruluk, yetersiz sıkıştırma, kızışma, yağmur suyunun sızması, böcek infestasyonu gibi etkenler) istenmeyen mikroorganizmalar ve mantarlar gelişebilir. Silajda mantarların gelişmesi besin maddelerinin kaybına yol açabilir. Ayrıca mantarlar, insan ve hayvanlar için zararlı olabilecek çeşitli mikotoksinleri sentezleyebilirler¹⁹.

Mikotoksinler, mantarlar (küfler) tarafından sentezlenen zehirli metabolitlerdir. Silajda yaygın olarak *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Mucor*, *Absidia*, *Monascus*, *Scopulariopsis* ve *Trichoderma* cinsine ait mantarlar bulunur⁵. Gerek bitkinin gelişme döneminde gerekse harmanlama, depolama, taşıma ve hazırlama sırasında, özellikle sıcaklık ve rutubet gibi şartlar uygun olduğu takdirde yemler mantarların istilasına uğrayarak mikotoksinlerle kirlenebilirler. Bunları ihtiva eden yem, yem hammaddesi ile besinleri tüketen insan ve hayvanlarda zehirlenmeler (mikotoksikozis) ve ölümler görülebilir. Mikotoksinler kimyasal yapılarına, üretici mantar çeşidine, etkiledikleri organ, doku veya sisteme göre çeşitli sınıflara ayrılırlar^{15,30,31}. Mantar türleri 300'den fazla mikotoksin oluşturmalarına rağmen, yemlerde bulunan, insan ve hayvanların sağlığı için risk oluşturan başlıca mikotoksinler; aflatoksinler (AFB₁, B₂, G₁, G₂), okratoksinler, zearalenon, T-2 toksin, deoksinivalenol ve fumonisinlerdir^{3,14}.

Türkiye'de dahil olmak üzere birçok ülke, insan ve hayvan sağlığını korumak için yem ve yem hammaddelerinde bulunmasına izin verilen mikotoksin miktarlarını belirlemişler ve

sıkı denetim altına almışlardır¹⁵. Ülkemizde süt sığırı yemlerinde 5 ppb, kuzu-buzağı yemlerinde 10 ppb, besi sığırı yemlerinde 20 ppb düzeyinde AFB₁ bulunmasına izin verilmiştir². Ülkemizde yemlerde AFB₁ dışında; total aflatoksin, deoksinivalenol, T-2 toksin, fumonisin, zearalenon ve okratoksin için tolerans düzeyler henüz belirlenmemiştir.

Bu çalışmada, mısır silajlarının total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisinlerle kirlenme sıklığı ve düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada, Burdur İl'inde Aralık 2006-Mayıs 2007 tarihleri arasında çiftlik ve köylerden toplanan 60 mısır silaj örneği materyal olarak kullanıldı. Silaj örnekleri kış ve ilkbahar mevsimlerinde 30'ar adet toplandı. Silaj örneklerinden 500 g miktarında alınarak buzdolabında + 4 °C'de muhafaza edildi ve bir hafta içinde analizleri gerçekleştirildi.

Mikotoksin analizleri Ridascreen test kitleri (R4701, R1301, R3801, R5906, R1401, R3401) kullanılarak Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) (ELX-800, Biotek Instruments) metodu ile yapıldı^{20,21,22,23,24,25}. Ayrıca mikotoksin varlığını doğrulamak amacıyla İnce Tabaka Kromatografisi (ITK) yöntemi kullanıldı. Yarı-nicel bir yöntem olan ITK, Robert ve Patterson'ın²⁹ yöntemini esas alan Şanlı ve ark'larının³² bildirdikleri yöntemine göre yapıldı. ELISA metodu, üretici firmanın bildirdiği prosedüre göre gerçekleştirildi. Total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin için yöntemin tespit edilen limitleri sırasıyla 1.75, 0.625, 3.5, 18.5, 1.75, 1750 µg/kg'dır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi Minitab Programı¹⁷ ile belirlendi. Mikotoksin düzeylerinin mevsimsel olarak istatistiki analizleri, "Student-T testi" ile yapıldı.

Bulgular

Silaj örneklerinde bulunan mikotoksin varlığı ve düzeyleri Tablo 1'de, mikotoksin düzeylerinin dağılımları Tablo 2'de, mevsimlere göre mikotoksin varlığı ve düzeyleri Tablo 3'de ve mikotoksin düzeylerinin mevsimlere göre karşılaştırılması Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Silaj örneklerinde mikotoksin varlığı ve düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**Table 1. The occurrence and levels of mycotoxin in silage samples ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**

Mikotoksin türü	Toplam	N (%)	N ¹ (%)	Toksin düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	X \pm S _x ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Total aflatoksin	60	42(70)	18(30)	4.33-19.92	8.65 \pm 0.94
Okratoksin A	60	52(86.7)	8(13.3)	1.76-3.26	2.15 \pm 0.17
T-2 toksin	60	39(65)	21(35)	3.85-15.40	8.65 \pm 0.79
Deoksinivalenol	60	37(61.7)	23(38.3)	24.20-100.30	45.99 \pm 3.61
Zearalenon	60	37(61.7)	23(38.3)	2.84-40.64	14.89 \pm 2.04
Fumonisin	60	59(98.3)	1(1.7)	2690	-

N: Negatif Örnek Sayısı

N¹: Pozitif Örnek Sayısı**Tablo 2. Silaj örneklerinde mikotoksin düzeylerinin dağılımları ($\mu\text{g}/\text{kg}$).****Table 2: The distribution of mycotoxin levels in silage samples ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**

Dağılımlar ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Total AF n (%)	Okratoksin A n (%)	T-2 toksin n (%)	Deoksinivalenol n (%)	Zearalenon n (%)	Fumonisin n (%)
1.75-3.5	0	8(13.3)	0	0	1(1.70)	0
3.6-5	3(5.00)	0	2(3.30)	0	2(3.30)	0
5.1-10	10(16.70)	0	11(18.30)	0	5(8.30)	0
11-20	5(8.3)	0	8(13.30)	0	11(18.30)	0
21-50	0	0	0	17(28.30)	4(6.70)	0
51-100	0	0	0	6(10.00)	0(0.00)	0
>100	0	0	0	0	0(0.00)	1(1.70)

Tablo 3. Silaj örneklerinde mevsimlere göre mikotoksin varlığı ve düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**Table 3. The occurrence and levels of mycotoxin in the silage samples as seasonal ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**

Dönem.	Mikotoksin	N (%)	N ¹ (%)	Toksin düzeyleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	X \pm S _x ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Kış	Total aflatoksin	25(83.3)	5(16.7)	4.33-12.08	8.05 \pm 1.65
	Okratoksin A	27(90)	3(10)	1.96-3.26	2.46 \pm 0.40
	T-2 toksin	20(66.7)	10(33.3)	3.85-13.67	6.68 \pm 0.93
	Deoksinivalenol	18(60)	12(40)	24.20-48.90	40.27 \pm 2.57
	Zearalenon	19(63.3)	11(36.7)	2.84-35.91	10.77 \pm 3.07
	Fumonisin	29(96.7)	1(3.3)	2690	2690
İlkbahar	Total aflatoksin	17(56.7)	13(43.3)	4.83-19.92	8.88 \pm 1.17
	Okratoksin A	25(83.3)	5(16.7)	1.76-2.16	1.96 \pm 0.09
	T-2 toksin	19(63.3)	11(36.7)	5.29-15.40	10.45 \pm 0.99
	Deoksinivalenol	19(63.3)	11(36.7)	24.20-100.30	52.23 \pm 6.69
	Zearalenon	18(60)	12(40)	11.03-40.64	18.67 \pm 2.31
	Fumonisin	30(100)	-	-	-

N: Negatif örnek sayısı

N¹: Pozitif örnek sayısı**Tablo 4. Silaj örneklerinde mikotoksin düzeylerinin mevsimlere göre karşılaştırılması ($\mu\text{g}/\text{kg}$).****Table 4. The comparison of mycotoxin levels in silage samples as seasonal ($\mu\text{g}/\text{kg}$).**

Dönem.	Total aflatoksin	Okratoksin A	T-2 toksin	Deoksinivalenol	Zearalenon
Kış	8.05 \pm 1.65	2.46 \pm 0.40	6.68 \pm 0.93 ^a	40.27 \pm 2.57	10.77 \pm 3.07
İlkbahar	8.88 \pm 1.17	1.96 \pm 0.09	10.45 \pm 0.99 ^b	52.23 \pm 6.69	18.67 \pm 2.31

^{a,b} Aynı sütünde farklı harfleri taşıyan değerler farklı bulunmuştur (p<0.05).

Tartışma

Deoksinivalenol başlıca *F. culmorum*, *F. graminearum* ve *F. sporotrichioides* gibi çeşitli *Fusarium* türü mantarlar tarafından sentezlenir⁸. Deoksinivalenol, yem ve yem hammaddelerinde genellikle zearalenon ile birlikte bulunur³⁴. Bu çalışmada mısır silajı örneklerinin en fazla deoksinivalenol ve zearalenon ile kirlendiği tespit edilmiştir. Mısır silajı örneklerinin 23 (% 38.3)'ünde 24.20-100.30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol bulunmuştur. Hollanda'da yapılan bir çalışmada, 140 mısır silajı örneğinin en fazla deoksinivalenolle kirlendiği tespit edilmiştir. Mısır silajı örneklerinin 101 (% 72)'inde 453-1009 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol bulunduğu bildirilmiştir⁹. Meksika'da 36 mısır silajı örneğinin tamamında 1400-6700 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol tespit edildiği belirtilmiştir²⁶. Fransa'da mısır silajı örneklerinde 100-213 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol tespit edilmiştir¹¹. Fransa'da yapılan başka bir çalışmada ise, 205 mısır silajı örneğinde 159.80-203.50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol bulunduğu bildirilmiştir²⁸. Richard ve ark.²⁷ yaptıkları başka bir çalışmada, 205 mısır silajı örneğinde 128-181 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol bulunduğunu belirtmişlerdir. Fransa'da yapılan çalışmalarda mısır silajı örneklerinin kirlenme sıklığı ile ilgili olarak herhangi bir bilgi verilmemiştir. Kuzey Karolina'da yapılan bir çalışmada da 778 mısır silajı örneğinin 513 (% 66)'ünde ortalama olarak 1991 $\mu\text{g}/\text{kg}$ deoksinivalenol tespit edilmiştir³⁴. Bu çalışmada bulunan deoksinivalenol düzeyleri, diğer araştırmacıların^{9,11,26,27,28,34} buldukları düzeylerden düşüktür. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi, sütçü sığır yemlerinde 5 ppm, besi sığır yemlerinde 10 ppm¹³; Avrupa Birliği Komisyonu'da¹⁰ sığır yemlerinde 5 ppm deoksinivalenol bulunmasına izin vermiştir. Bu çalışmada bulunan deoksinivalenol düzeylerinin, Avrupa Birliği Komisyonu ile Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin sığır yemlerinde bu-

lunmasına izin verdiği düzeyleri aşmadığı görülmüştür.

Zearalenon, *F. graminearum*, *F. culmorum* ve *F. sporotrichioides* mantarları tarafından hazırlanan, östrojenik etkili bir mikotoksindir⁸. Bu mikotoksin yem ve çeşitli tahıl ürünlerinde tek başına ya da diğer mikotoksinlerle birlikte bulunur⁷. Bu çalışmada, mısır silajı örneklerinin 23 (% 38.30)'ünde 2.84-40.64 µg/kg zearalenol tespit edilmiştir. Ülkemizde Kars'ta yapılan bir çalışmada, 225 çayır otu silajı örneğinin tamamında 27.03-33.25 µg/kg zearalenon tespit edildiği bildirilmiştir⁴. Meksika'da 36 mısır silajı örneğinin tamamında 168.10-482.10 µg/kg zearalenon bulunduğu belirtilmiştir²⁶. Hollanda'da 140 mısır silajı örneğinin 69 (% 49)'unda 118-180 µg/kg zearalenon tespit edilmiştir⁹. Fransa'da mısır silajı örneklerinde, 23-41 µg/kg zearalenon bulunduğu bildirilmiştir¹¹. Kuzey Karolina'da yapılan bir çalışmada da 487 mısır silajı örneğinin 146 (% 30)'unda ortalama olarak 525 µg/kg zearalenon tespit edilmiştir³⁴. Buna karşılık, Fransa'da yapılan başka bir çalışmada 205 mısır silajı örneğinin hiçbirisinde zearalenon varlığına rastlanmadığı belirtilmiştir²⁷. Bu çalışmada bulunan zearalenon düzeyleri, Reyes-Velazquez ve ark.²⁶, Driehuis ve ark.⁹ ile Whitlow ve Hagler'in³⁴ bulduklarının düzeylerden düşük, Garon ve ark.¹¹ ile Arslan ve Eşsiz'in⁴ buldukları düzeylere yakındır. Avrupa Birliği Komisyonu sığır yemlerinde 0.5 ppm zearalenon bulunmasına izin vermiştir¹⁰. Amerikan Besin ve İlaç Dairesi zearalenon için herhangi bir tolerans düzey henüz belirtmemiştir. Bu çalışmada bulunan zearalenon düzeylerinin, Avrupa Birliği Komisyonu'nun sığır yemlerinde bulunmasına izin verdiği düzeyi aşmadığı görülmüştür.

T-2 toksin başlıca *F. sporotrichioides* ve *F. poae* mantarları tarafından sentezlenir. Bu mantarlar tarım ürünlerinde genellikle küflü çürümeye sebep olurlar⁸. Bu çalışmada, mısır silajı örneklerinin 21 (% 35)'inde 3.85-15.40 µg/kg T-2 toksin tespit edilmiştir. Kuzey Karolina'da yapılan bir çalışmada da, 717 mısır silajı örneğinin 50 (% 7)'inde ortalama olarak 569 µg/kg T-2 toksin tespit edilmiştir³⁴. Buna karşılık, Hollanda'da 140 mısır silajı örneğinin hiçbirisinde T-2 toksin varlığına rastlanılmadığı belirtilmiştir⁹. Bu çalışmada bulunan T-2 toksin düzeyleri Whitlow ve Hagler'in³⁴ buldukları düzeyden düşüktür. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi ile Avrupa Birliği Komisyonu sığır yemlerinde T-2 toksin ile ilgili tolerans düzey henüz belirtmemişlerdir.

Aflatoksinler başlıca *A. flavus* ve *A. parasiticus* türleri tarafından hazırlanan mikotoksinlerdir. Bu mantarlar özellikle depolanmış tarım ürünlerinin küflenmesinden sorumludurlar⁸. Bu çalışmada, mısır silajı örneklerinin 18 (% 30)'inde 4.33-19.92 µg/kg total aflatoksin tespit edilmiştir. Ülkemizde Kars İl'inde yapılan bir çalışmada, 225 çayır otu silajı örneğinin tamamında 47.89-66.89 µg/kg total aflatoksin bulunduğu bildirilmiştir⁴. Meksika'da 36 mısır silajı örneğinin tamamında 12.50-15.70 µg/kg total aflatoksin tespit edildiği belirtilmiştir²⁶. Kuzey Karolina'da yapılan bir çalışmada da 461 mısır silajı örneğinin 37 (% 8)'inde ortalama olarak 28 µg/kg aflatoksin tespit edilmiştir³⁴. Buna karşılık, Hollanda'da 140 mısır silajı örneğinin hiçbirisinde aflatoksin varlığına rastlanılmadığı belirtilmiştir⁹. Bu çalışmada bulunan total aflatoksin düzeyleri, Arslan ve Eşsiz⁴ ile Whitlow ve Hagler'in³⁴ buldukları düzeylerden düşük, Reyes-Velazquez ve ark.²⁶ buldukları düzeylere yakındır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi, buzağı ve süt sığırları yemlerinde 20 µg/kg, besi sığırları yemlerinde 300 µg/kg, laktasyonda olmayan sığır yemlerinde 100 µg/kg total aflatoksin bulunmasına izin vermiştir¹³. Bu çalışmada bulunan aflatoksin düzeylerinin, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin sığır yemlerinde bulunmasına izin verdiği düzeyleri aşmadığı görülmüştür.

Okratoksinler, başlıca *P. viridicatum*, *P. cyclopium* ve *A. ochraceus* tarafından sentezlenen bir mikotoksin grubudur⁸. Okratoksinler, aflatoksinler gibi depolama süresi boyunca gelişen mikotoksinlerdir⁷. Bu çalışmada, mısır silajı örneklerinin 8 (% 13.3)'inde 1.76-3.26 µg/kg okratoksin A tespit edilmiştir. Meksika'da 36 mısır silajı örneğinin tamamında 4.40-5.80 µg/kg okratoksin A bulunduğu belirtilmiştir²⁶. Buna karşılık, Fransa^{11,27} ve Hollanda'da⁹ yapılan çalışmalarda mısır silajı örneklerinin hiçbirisinde okratoksin A varlığına rastlanmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada bulunan okratoksin A düzeyleri Reyes-Velazquez ve ark.²⁶ buldukları düzeylere yakındır. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi ile Avrupa Birliği Komisyonu sığır yemlerinde okratoksin A ile ilgili tolerans düzey henüz belirtmemişlerdir.

Fumonisinler, tarlada bitkilerin büyüyüp gelişmesi sırasında, bitki paraziti olarak yaşayan *F. moniliforme* ve *F. proliferatum* türü mantarlar tarafından üretilen bir mikotoksin grubudur^{7,8}. Bu çalışmada, mısır silajı örneklerinin fumonisinle kirlenme sıklığının düşük olduğu görülmüştür. Sadece 1 (% 1.7) örnekte 2690

$\mu\text{g/kg}$ fumonisin tespit edilmiştir. Hollanda'da yapılan bir çalışmada da 140 mısır silajı örneğinin 2 (% 1.4)'sinde 26.20-1600 $\mu\text{g/kg}$ fumonisin B₁ tespit edilmiştir⁹. Meksika'da 36 mısır silajı örneğinin tamamında 100-700 $\mu\text{g/kg}$ fumonisin tespit edildiği belirtilmiştir²⁶. Amerika'da yapılan bir çalışmada da 89 mısır silajı örneğinin 86 (% 97)'sında 615 ng/g fumonisin B₁, 64 (% 72)'ünde 93 ng/g fumonisin B₂, 51 (% 51)'inde 51 ng/g fumonisin B₃ tespit edilmiştir¹⁶. Bu çalışmada bulunan fumonisin düzeyi, diğer araştırmacıların^{8,16,26} buldukları düzeylerden yüksektir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi, sütçü sığır yemlerinde 30 $\mu\text{g/kg}$, besi sığır yemlerinde 60 $\mu\text{g/kg}$ ¹³, Avrupa Birliği Komisyonu'da¹⁰ sığır yemlerinde 50 ppm fumonisin bulunmasına izin vermiştir. Bu çalışmada bulunan fumonisin düzeyinin, Avrupa Birliği Komisyon'u ile Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi'nin sığır yemlerinde bulunmasına izin verdiği düzeyleri aşmadığı görülmüştür.

Daha önce yapılan çalışmalarda, araştırmacıların bazıları silaj örneklerinde mikotoksin varlığına rastlamazken, bazıları ise değişik düzeylerde mikotoksin tespit etmişlerdir. Bunun sebepleri, farklı analiz yöntemlerinin kullanılması, mevsimsel farklılıklar, bölgenin coğrafi konumu, ürün çeşitliliği ve farklı tarımsal metotların kullanılması olabilir.

Mikotoksinlerin hayvanlara yönelik etkileri yem ve yem hammaddelerindeki mikotoksin miktarlarına, hayvanın türüne, yaşına, cinsiyetine, yemin bileşimine, maruz kalma süresine bağlı olarak değişir. Gevişenler diğer hayvan türlerine göre mikotoksine daha dayanıklıdır. Sütçü sığırlar, kuzu-buzağılar ve gebe hayvanlar mikotoksine daha duyarlıdır. Mikotoksinler sığırlarda genellikle kronik nitelikte zehirlenmelere sebep olurlar. Kronik mikotoksikozis olgularında sarılık, iştahsızlık, yem tüketiminde azalma ya da yemi reddetme, süt veriminde düşme, aralıklı ishal (dışkı koyu renk ya da bazen kanlı olabilir), kıllarda kabarma, düzensiz östrüs belirtileri, vaginit ve yavru atma görülür. Kronik nitelikteki zehirlenmelerde bağışıklık sisteminin baskı altına alınması sonucu birçok hastalığın ön plana çıkmasına sebep olur; fakat çoğu zaman bu tip zehirlenmeler gözden kaçabilmektedir^{3,14,33,34}. Ayrıca mikotoksinlerle kirlenmiş yem ve yem hammaddelerinin sığırlar tarafından tüketilmesi sonucunda meme yangısı, ayak hastalıkları, plasentanın alıkonulması, ishal ve doğum problemlerinde artış görülebilir^{1,12,18}.

Yem ve yem hammaddeleri ile tarım ürünlerinin küflenmesi ve mikotoksinlerle kirlenmesi mevsimlere göre farklılık gösterir. Kaya ve ark.¹⁵ yaptıkları çalışmada, yem ve yem hammaddelerinin mikotoksinlerle kirlenme durumunu mevsimsel olarak araştırmışlar ve en fazla kış ve ilkbahar mevsimlerinde kirlendiği bildirilmiştir. Bu çalışmada kış ve ilkbahar mevsimlerinde total aflatoksin, okratoksin A, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisin düzeyleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, T-2 toksin düzeyleri ilkbahar mevsiminde kışa göre önemli ($p<0.05$) düzeyde yüksek bulunmuştur (Tablo 4).

Sonuç olarak, yapılan bu çalışma ile Burdur İl'inde silaj örneklerinin total aflatoksin, okratoksin A, T-2 toksin, deoksinivalenol, zearalenon ve fumonisinle kirlendiği tespit edilmiş; fakat mikotoksin düzeylerinin hayvanlarda tehlike oluşturacak düzeyde olmadığı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

1. Adamovic, M.J., Bocarov-Stancic, A.S., Dordevic, N.Z., Dakovic, A.S., Adamovic, I.D., 2005. Mycotoxins in the silage: Causes of creating, aftermath and protection from acting. *Proc Nat Sci.*, 108, 51-57.
2. Anonim, 2008. Yemlerde istenmeyen maddeler hakkında tebliğde değişiklik yapılmasına dair tebliğ. 11.06.2008 tarih ve 26903 sayılı resmi gazete.
3. Anonymous, 2001. Effects of mycotoxins on micronutrients, proper handling recommendations outlined. Erişim: (<http://www.zinpro.com/research/pdf/ps/PS-G-1002.pdf>). Erişim Tarihi: 16.5.2005.
4. Arslan, C., Eşsiz, D., 2009. Establishing the optimum cutting date and additives for pasture grass silage and its mycotoxin levels. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.*, 15 (4), 521-538.
5. Auerbach, H., 2003. Mould growth and mycotoxin contamination of silages: sources, types and solutions. In: T. P. Lyons and K. A. Jacques (Eds.), *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries*, Nottingham University Press, Nottingham, pp. 247-265.
6. Basmacioğlu, H., Ergül, M., 2002. Silaj Mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43 (1), 12-24.
7. Beg, M.U., Al-Mutairi, M., Beg, K.R., Al-Mazeedi, H.M., Ali, L.N., Saeed, T., 2006. Mycotoxins in poultry feed in Kuwait. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 50, 594-602.
8. D'Mello, J.P.F., Macdonald, A.M.C., 1997. Mycotoxins. *Anim Feed Sci Tech.*, 69, 155-166.

9. Driehuis, F., Spanjer, M.C., Scholten, J.M., Te Giffel, M.C., 2008. Occurrence of mycotoxins in maize, grass and wheat silage for dairy cattle in the Netherlands. *Food Add Contam.*, 1 (1), 41-50.
10. European Commission, 2006. Commission Recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding (2006/576/EC). *Off J Eur Union L.*, 229,7-9.
11. Garon, D., Richard, E., Sage, L., Bouchart, V., Pottier, D., Lebailly, P., 2006. Mycoflora and multimycotoxin detection in corn silage: experimental study. *J Agric Food Chem.*, 54 (9), 3479-3484.
12. Gremmels, J.F., 2008. The role of mycotoxins in the health and performance of dairy cows. *Vet J.*, 176, 84-92.
13. Henry, M.H., 2009. Mycotoxins in Feeds: CVM's Perspective. U.S. Food and Drug Administration. Erişim: (<http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/Products/AnimalFoodFeed/Contaminants/ucm050975.htm>). Erişim Tarihi: 1.5.2010.
14. Hussein, H.S., Brasel, J.M., 2001. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicology*, 167, 101-134.
15. Kaya, S., şanlı, Y., Yarsan, E., Özsoy, A., Akkaya, R., Bilgili, A., 1996. Çok yönlü hayvan yetiştiriciliğinde karma yem ve yem hammaddelelerinden kaynaklanan olumsuzluk faktörlerinin araştırılması. *Etilik Vet Mikrobiyol Derg.*, 8(4), 59-80.
16. Kim, E.K., Maragos, C.M., Kendra, D.F., 2004. Liquid chromatographic determination of fumonisins B1, B2, and B3 in corn silage. *J Agric Food Chem.*, 52 (2), 196-200.
17. Minitab For Windows r, 1998. 12.1, Minitab Inc., 814-238-3280.
18. Özsoy, S., Altunatmaz, K., Horoz, H., Kaşıkçı, G., Alkan, S., Bilal, T., 2005. The relationship between lameness, fertility and aflatoxin in a dairy cattle herd. *Turk J Vet Anim Sci.*, 29, 981-986.
19. Pereyra, G.M.L., Alonso, V.A., Sager, R., Morlaco, M.B., Magnoli, C.E., Astoreca, A.L., Rosa, C.A.R., Chiacchiera, S.M., Dalcero, A.M., Cavaglieri, L.R., 2008. Fungi and selected mycotoxins from pre and postfermented corn silage. *J Appl Microbiol.*, 104, 1034-1041.
20. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. Total aflatoxin, Art No.: R-4701, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
21. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. Ochratoxin A, Art No.: R-1301, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
22. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. T-2 toxin, Art No.: R-3801, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
23. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. Deoxynivalenol Art No.. R-5906, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
24. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. Zearalenone, Art No.: R-1401, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
25. R-Biopharm, 2006. Ridacreen Test Kits. Fumonisin, Art No.: R-3401, R-Biofarm AG, Darmstadt, Germany.
26. Reyes-Velazquez, W.P., Espinoza, V.H.I., Rojo, F., Jimenez-Plasencia, C., Palacios, E.L., Hernandez-Gobora, J., Ramirez-Alvarez, A., 2008. Occurrence of fungi and mycotoxins in corn silage, Jalisco State, Mexico. *Rev Iberoam Micol.*, 25, 182-185.
27. Richard, E., Heutte, N., Bouchart, V., Garon, D., 2009. Evaluation of fungal contamination and mycotoxin production in maize silage. *Anim Feed Sci Tech.*, 148, 309-320.
28. Richard, E., Heutte, N., Sage, L., Pottier, D., Bouchart, V., Lebailly, P., Garon, D., 2007. Toxicogenic fungi and mycotoxins in mature corn silage. *Food Chem Toxicol.*, 45, 2420-2425.
29. Roberts, B.A., Patterson, D.S., 1976. Mycotoxins. *JAOAC.*, 58 (6), 1178-1181.
30. Seglar, B., 2001. Mycotoxin effects on dairy cattle. Erişim: (<http://www.uwex.edu/ces/forage/wfe/proceeding2001/dairy-mycotoxin.htm>). Erişim Tarihi: 17.05.2005.
31. Sherif, S.O., Salama, E.E., Abdel-Wahhab, M.A., 2009. Mycotoxins and child health: The need for health risk assessment. *Int J Hyg Environ Health.*, 21 (4), 347-368.
32. şanlı, Y., Ceylan, S., Kaya, S., 1982. Karma yemlerde aflatoksin analizi. *A Ü Vet Fak Derg.*, 29(1-2), 50-70.
33. Whitlow, L.W., Hagler, W.M., Hopkins, B.A., Diaz, D.E., 2000. Mycotoxins in feeds and their effects on dairy cattle. *Moormoon's Feeds Facts*, 11(3):1-7.
34. Whitlow, L.W., Hagler, W.M., 2005. Mycotoxins: a review of dairy concerns. In: Jordan, E. (Eds.), Proceedings of the 2005 Mid-South Ruminant Nutrition Conference. Dallas (TX): Animal Nutrition Council, pp: 47-58.